

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002231540
PUBLICATION DATE : 16-08-02

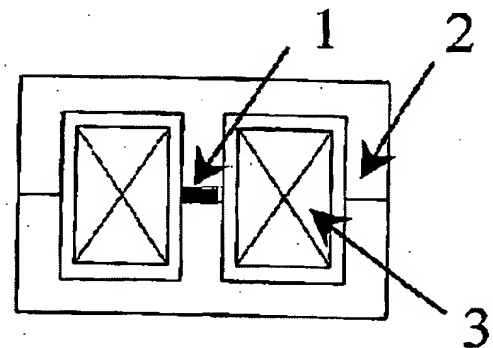
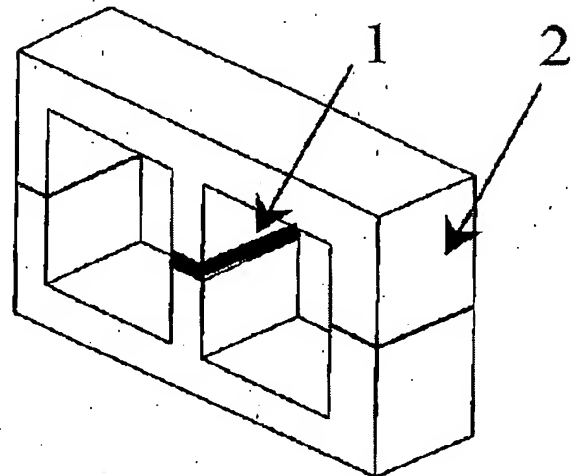
APPLICATION DATE : 31-01-01
APPLICATION NUMBER : 2001022743

APPLICANT : NEC TOKIN CORP;

INVENTOR : ITO TORU;

INT.CL. : H01F 38/02 H01F 3/14 H01F 19/08
H01F 21/08

TITLE : MAGNETIC CORE HAVING MAGNET
FOR MAGNETIC BIAS AND
INDUCTANCE PART USING IT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and inexpensively provide a magnetic core which has one or more gaps in a magnetic path and a superior DC superimposing characteristic and core loss characteristic even after reflow treatment and in which permanent magnets are positioned near the gaps for supplying magnetic biases from both ends of the gaps.

SOLUTION: A magnet having an irreversible demagnetizing factor of $\leq 5\%$ after the magnet is held for a prescribed period of time at 270°C is used as the permanent magnet 1 inserted in a gap formed in an EE core 2. In addition, the permanent magnet 1 has an inherent coercive force of ≥ 10 kOe, a Curie temperature T_c of $\geq 500^{\circ}\text{C}$, and specific resistance of $\geq 1 \Omega\text{cm}$.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-231540
(P2002-231540A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 F 38/02

H 0 1 F 3/14

5 E 0 7 0

3/14

19/08

19/08

21/08

21/08

37/02

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-22743(P2001-22743)

(22) 出願日 平成13年1月31日 (2001.1.31)

(71) 出願人 000134257

エヌイーシートーキン株式会社
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72) 発明者 保志 晴輝

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
株式会社トーキン内

(72) 発明者 藤原 照彦

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
株式会社トーキン内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

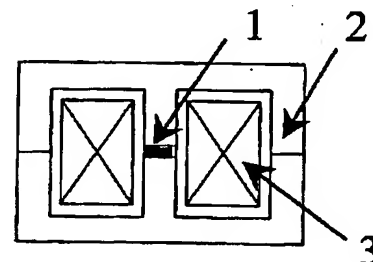
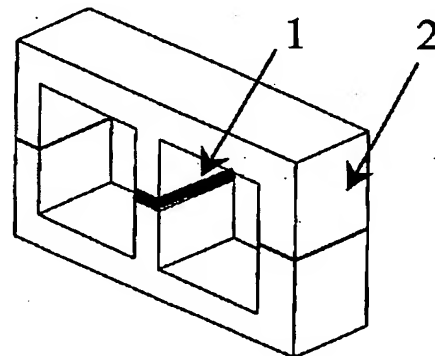
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気バイアス用磁石を有する磁気コア及びそれを用いたインダクタンス部品

(57) 【要約】

【課題】 磁路の少なくとも1箇所以上にギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにおいて、リフロー処理後も優れた直流重量特性と、コアロス特性とを有する磁気コアを容易かつ安価に提供する。

【解決手段】 E E コア 2 に形成されたギャップに挿入される永久磁石 1 として、270℃で所定時間保持したことによる不可逆減磁率が5%以下の磁石を用いる。また、この永久磁石は、10kOe以上の固有保磁力、500℃以上のキュリー温度T_c、1Ωcm以上の比抵抗を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁路の少なくとも1箇所以上にギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにおいて、前記永久磁石が、270℃で所定時間保持したことによる不可逆減磁率が5%以下の磁石であることを特徴とする磁気バイアス用磁石を有する磁気コア。

【請求項2】 前記永久磁石が、10KOe以上の固有保磁力、500℃以上のキュリー温度 T_c 、 $1\Omega\text{cm}$ 以上の比抵抗を有することを特徴とする請求項1の磁気バイアス用磁石を有する磁気コア。

【請求項3】 前記永久磁石が、希土類磁石粉末と樹脂からなるボンド磁石であって、前記希土類磁石粉末がZnで被覆されていることを特徴とする請求項1又は2の磁気バイアス用磁石を有する磁気コア。

【請求項4】 前記永久磁石が、270℃で所定時間保持した後に、常温で再着磁されていることを特徴とする請求項1、2、または3の磁気バイアス用磁石を有する磁気コア。

【請求項5】 請求項1、2、3、または4の磁気コアに少なくとも1ターン以上の巻線を施したことを特徴とするインダクタンス部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チョークコイルやトランス等のインダクタンス部品の磁気コアに関するものであり、特に、磁気バイアス用の永久磁石を備えた磁気コア（以下、単に「コア」とも呼ぶ）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、例えばスイッチング電源などに用いられるチョークコイル及びトランスにおいては、通常、交流は直流に重畳して印加される。したがって、これらチョークコイルやトランスに用いる磁気コアは、この直流重畳に対して磁気飽和しない透磁率特性（この特性を「直流重畳特性」と呼ぶ）の良好なことが求められている。

【0003】高周波用の磁気コアとしてはフェライト磁気コアや圧粉磁気コアが使用されているが、フェライト磁気コアは初透磁率が高く飽和磁束密度が小さく、圧粉磁気コアは初透磁率が低く飽和磁束密度が高い、という材料物性に由来した特徴がある。従って、圧粉磁気コアはトロイダル形状で用いられることが多い。他方、フェライト磁気コアの場合には、例えばE型コアの中足（中芯）に磁気空隙（磁気ギャップ）を形成して直流重畳により磁気飽和することを避けることが行われている。

【0004】しかし、近年の電子機器の小型化要請に伴う電子部品の小型化の要求により、磁気コアの磁気ギャップも小さくせざるを得ず、直流重畳に対してより高い

透磁率の磁気コアが強く求められている。

【0005】この要求に対しては、一般に、飽和磁化の高い磁気コアを選択する事、つまり高磁界で磁気飽和しない磁気コアの選択が必須とされている。しかし、飽和磁化は材料の組成で必然的に決まるものであり、無限に高く出来るものではない。

【0006】その解決手段として、磁気コアの磁路に設けた磁気ギャップに永久磁石を配置し、直流重畳による直流磁界を打ち消す事、すなわち、磁気コアに磁気バイアスを与えることが古くから提案されている。

【0007】この永久磁石を用いた磁気バイアス方法は、直流重畳特性を向上させるには優れた方法であるが、一方で金属焼結磁石を用いると磁気コアのコアロスの増大が著しく、またフェライト磁石を用いると重畳特性が安定しないなどとても実用に耐え得るものではなかった。

【0008】これらを解決する手段として、例えば特開昭50-133453は、磁気バイアス用永久磁石として保磁力の高い希土類磁石粉末とバインダーとを混合し圧縮成形したボンド磁石を用いること、これにより、直流重畳特性およびコアの温度上昇が改善されたことを開示している。

【0009】しかし近年、電源に対する電力変換効率向上の要求はますます厳しくなっており、チョークコイル用及びトランス用の磁気コアについても単にコア温度を測定するだけでは優劣が判断不能なレベルとなっている。そのため、コアロス測定装置による測定結果の判断が不可欠であり、実際本発明者等が検討を行った結果、特開昭50-133453に示された抵抗率の値ではコアロス特性が劣化する事が明らかになった。

【0010】また近年、表面実装タイプのコイルが所望されているが、表面実装のためにはコイルはリフローはんだ処理に付される。このリフローはんだ処理で、コイルの磁気コアの特性が劣化しない事が望まれる。また、耐酸化性の希土類磁石が必須である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、磁路の少なくとも1箇所以上にギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにおいて、上記問題点を考慮して、リフロー処理後も優れた直流重畳特性と、コアロス特性とを有する磁気コアを容易かつ安価に提供する事である。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記課題を解決すべく、磁気コアのギャップに挿入される永久磁石（薄板磁石）について検討を重ねた結果、永久磁石の比抵抗が $1\Omega\text{cm}$ 以上で固有保磁力が10KOe以上の永久磁石を使用した時に優れた直流重畳特性が得ら

れ、しかもコアロス特性の劣化が生じない磁気コアを形成できる事を見出した。これは、優れた直流重畳特性を得るのに必要な磁石特性が、エネルギー積よりもむしろ固有保磁力に依存しており、従って比抵抗の高い永久磁石を使用しても固有保磁力が高ければ充分に高い直流重畳特性が得られる事を見出したことによる。比抵抗が高くしかも固有保磁力が高い磁石は、一般的には希土類磁石粉末をバインダーとともに混合して成形した希土類ボンド磁石で得られるが、保磁力の高い磁石粉末であればどのような組成のものでもよい。希土類磁石粉末の種類は、 SmCo 系、 NdFeB 系、 SmFeN 系などであるが、リフロー処理条件及び耐酸化性を考慮すると T_c が 500°C 以上、保磁力が 10KOe 以上の磁石が必要である。ここで、磁石粉末を表面活性材でコーティングすれば、成形体中での磁石粉末の分散が良好となり、磁石の特性が特性が向上して、より高特性の磁気コアが得られる。

【0013】なお、永久磁石の固有保磁力が 5KOe より小さいと、磁気コアに印可される直流磁界によってその保磁力は消失する。従って、永久磁石には、 5KOe 以上、好ましくは 10KOe 以上の保磁力が必要である。また、永久磁石の比抵抗は大きいほど良いが、 $1\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であればコアロス劣化の大きな要因にはならない。また、永久磁石を構成する磁石粉末の平均最大粒径が $50\mu\text{m}$ を超えるとコアロス特性が劣化するので、粉末の最大粒径は $50\mu\text{m}$ 以下である事が望ましく、最小粒径が $2.0\mu\text{m}$ を下回ると粉末熱処理及びリフロー処理時に粉末の酸化による磁化の減少が顕著になるため $2.0\mu\text{m}$ 以上の粒径が必要である。

【0014】一方、チョークコイル用及びトランス用磁気コアとしては軟磁気特性を有する材料であればどのようなものでも使用できるが、一般的には MnZn 系又は NiZn 系フェライト、圧粉磁心、珪素鋼板、アモルファス等が用いられる。また、磁気コアの形状についても特に制限があるわけではなく、トロイダルコア、EEコア、EIコア等あらゆる形状の磁気コアを用いることができる。これらコアの磁路の少なくとも1箇所ギャップを設け、そのギャップに永久磁石を挿入する。ギャップ長には、特に制限はないが、ギャップ長が短すぎる（ギャップが狭すぎる）と直流重畳特性が劣化し、またギャップ長が長すぎる（ギャップが広すぎる）と透磁率が低下するので、おのずからギャップ長は決まってくる。

【0015】以上のことから、本発明によれば、磁路の少なくとも1箇所以上にギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにおいて、前記永久磁石が、 270°C で所定時間保持したことによる不可逆減磁率が5%以下の磁石であることを特徴とする磁気バイアス用磁石を有する磁気コアが得られる。

【0016】ここで、前記永久磁石は、 10KOe 以上の固有保磁力、 500°C 以上のキュリー温度 T_c 、 $1\Omega\cdot\text{cm}$ 以上の比抵抗を有することが好ましい。

【0017】また、前記永久磁石は、希土類磁石粉末と樹脂からなるボンド磁石であって、前記希土類磁石粉末がZnで被覆されていることが好ましい。

【0018】さらに、前記永久磁石は、 270°C で所定時間保持した後に、常温で再着磁されていることが望ましい。

【0019】また、本発明によれば、上記磁気コアに少なくとも1ターン以上の巻線を施したことを特徴とするインダクタンス部品が得られる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0021】（実施例1）初めに、永久磁石の不可逆減磁率と直流重畳特性との関係を明らかにする。

【0022】まず、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 磁石粉末にZnを加えて混合し、その後Ar中で 475°C で2時間熱処理を行った。ここでは、Znの混合量を、それぞれ0、1、0、2、5、及び5.0%とする4種類を作製した。

【0023】次に、熱処理された4種の粉末にそれぞれ芳香族系ナイロン樹脂を10wt%ずつ添加してラボプラストミルで混練し、その後熱プレス機を用いて無磁場でプレスすることにより、厚さ0.5mmの磁石を作製した。そして、この磁石を後述するフェライトコアの中芯断面形状に対応するよう切断した。

【0024】次に、図1に示すようなインダクタンス部品を得るために、一般的な MnZn 系フェライト材で作製された磁路長7.5cm、実効断面積 0.74cm^2 のEEコア2の中芯に0.5mmのギャップ加工をし、形成されたギャップ部に作製した永久磁石1を挿入した。そして、挿入された磁石1を、パルス着磁機で磁路方向に着磁した後、コイルに電流を流すことによって発生する直流磁界と反対方向に磁石による磁気バイアスが印可されるようにコア2に1ターン以上の巻線3を施した。

【0025】この後、HP製424LCRメーターを用いて、完成した4種のインダクタ部品の、直流重畳特性を、周波数100kHz、重畳磁場0~2000eの条件で、常温にて測定した。その測定結果を図2に示す。

【0026】直流重畳特性を測定した後、これら4種のインダクタ部品の、 270°C で30分間保持した後（リフロー処理に相当する処理の後）、常温で、再び直流重畳特性を測定した。その測定結果を図3に示す。

【0027】また、コアのギャップにそれぞれ挿入されている4種の磁石のフラックスを、 270°C で保持する前後に、TOEI製TDF-5デジタルフラックスメーターでそれぞれ測定した。その結果を表1に示す。

【0028】

【表1】

表1 実施例1における各磁石のフラックス測定値

| Lot 名 | Zn 量 [wt%] | 270℃保持前 フラックス | 270℃保持後 フラックス | 不可逆減磁率 |
|-------|---------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0 | 168 | 118 | 0.30 |
| 2 | 1.0 | 144 | 138 | 0.06 |
| 3 | 2.5 | 126 | 121 | 0.04 |
| 4 | 5.0 | 120 | 118 | 0.02 |

【0029】図2、3および表1を見ると、不可逆減磁率が5%以下のものは、270℃で30分間保持した後も良好な直流重畳特性を示していることがわかる。即ち、不可逆減磁率が5%より大きいものは、大きな特性劣化が見られる。

【0030】また、図3を見ると270℃保持で保持した後では、磁石粉末がZnコーティングされているものはコーティングなしのものより良好な直流重畳特性を示すことがわかる。これはZnが磁石粉末をコーティング

することにより磁石粉末の酸化が抑制され熱安定性が増すためであると考えられる。

【0031】（実施例2）次に、保磁力と直流重畳特性との関係を明らかにする。

【0032】まず、磁石粉末と芳香族系ナイロン樹脂とを、それぞれ表2に示す組成で、ラボプラストミルを用いて熱混練を行った。

【0033】

【表2】

表2 実施例2の薄板磁石の組成

| | 名称 | I Hc (kOe) | 配合比 |
|---|--|------------|--------|
| ① | Sm ₂ Co ₁₇ 磁石粉末 | 1.5 | 100重量部 |
| | ポリイミド樹脂 | — | 40重量部 |
| ② | Sm ₂ Co ₁₇ 磁石粉末 | 1.0 | 100重量部 |
| | ポリイミド樹脂 | — | 40重量部 |
| ③ | Sm ₂ Fe ₁₇ N磁石粉末 | 8.5 | 100重量部 |
| | ポリイミド樹脂 | — | 40重量部 |

【0034】次に、ラボプラストミルで混練したものを、それぞれ、熱プレス機で無磁場中で金型成形することにより0.5mm厚の磁石を作製し、第1の実施の形態と同様、図1に示すようなコアを作製した。

【0035】上記のようにして作製された3種のコアに対し、交流磁場周波数100kHz、重畳磁場0~2000eの条件で、それぞれ、直流重畳特性を測定した。なお、ここでは、直流バイアス磁界の向きが、挿入時に着磁した磁石の磁化の向きとは逆になるように重畳電流を印可した。その後、各コアをリフロー炉にて、270℃で30分間保持した後、再び直流重畳特性を測定した。この後さらに、リフロー炉による加熱保持と、直流重畳特性の測定とを3回繰り返した。この結果、合計5回の測定結果が得られた。コア定数と巻線数から透磁率を計算し、それに基づく、各コアの5回目までの測定結果を図4乃至図6に示す。

【0036】図4乃至図6を見ると、保磁力が8.5kOeしかないSm₂Fe₁₇Nの磁石を挿入したコアでは測定回数がすすむにつれ、直流重畳特性が大きく劣化することがわかる（図6）。逆に、保磁力が10kOe以上の磁石を挿入したコアは、繰り返しの測定においても大きな変化は無く、非常に安定した特性を示すことが分かる。これらの結果よりSm₂Fe₁₇Nの磁石は保磁力が小さいため

に、磁石に印可される逆向きの磁界によって減磁、または磁化の反転が起こり、直流重畳特性が劣化したものと推測できる。また、コアに挿入する磁石は保磁力が10kOe以上の磁石であれば優れた直流重畳特性を示すことが分かった。

【0037】（実施例3）次に、比抵抗とコアロスとの関係を明らかにする。

【0038】まず、Sm₂Co₁₇磁石粉末と芳香族系ナイロン樹脂をラボプラストミルで熱混練した後、熱プレス機で無磁場中でプレスする事により厚さ0.5mmの磁石を作製する。このとき、芳香族系ナイロン樹脂の量を変えて、磁石を作製することにより、比抵抗が各々0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 及び2.0Ω・cmの磁石を作製した。そして、図1のようなコアを作製するべく、中芯の形状に応じた切断した。

【0039】このあと、一組のフェライトコアを用い、そのギャップに作製した磁石を一つずつ順番に挿入し、電磁石で磁路方向に着磁後、岩崎通信機製のSY-8232交流BHトレーサーを用いて、300kHz、0.1Tにおけるコアロス特性を室温で測定した。その測定結果を表3に示す。

【0040】

【表3】

表3 実施例7におけるコアロス特性

| 比抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$) | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.6 | 2.0 |
|-------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| コアロス (KW/m^3) | 1090 | 870 | 580 | 565 | 560 |

【0041】表3より、比抵抗 $1\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の磁気コアは、良好なコアロス特性を示していることがわかる。これは、磁石の比抵抗をあげることににより渦電流損失を抑制できるためである。

【0042】以上のことから、 270°C で所定時間保持したことによる不可逆減磁率が5%以下の永久磁石をEEコアの中芯に形成されたギャップに装入することにより、リフロー処理後も熱減磁が少ない優れた直流重畳特性を有する磁気コア及びインダクタンス部品が得られることが分かる。

【0043】また、ギャップに装入される永久磁石は、 10KOe 以上の固有保磁力、 $1\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の比抵抗を有していることが望ましいことが分かる。

【0044】更に、別の実験から、永久磁石は、 500°C 以上のキュリー温度 T_c を有していることが望ましい。

【0045】なお、永久磁石はその特性劣化を回復させるため、リフロー処理後に常温にて再着磁を行うようにしてもよい。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば、磁気コアのギャップに装入される永久磁石として、 270°C で所定時間保持したことによる不可逆減磁率が5%以下の磁石を用いるよう

にしたことで、リフロー処理による永久磁石の熱減磁が少なく、優れた直流重畳特性を有する磁気コア及びインダクタンス部品が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される磁気コアを示す概略図である。

【図2】本発明の実施例1における磁気コアのリフロー処理前の直流重畳特性を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例1における磁気コアのリフロー処理後の直流重畳特性を示すグラフである。

【図4】本発明の実施例2における $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 磁石 $iH_c=15\text{KOe}$ の直流重畳特性を示すグラフである。

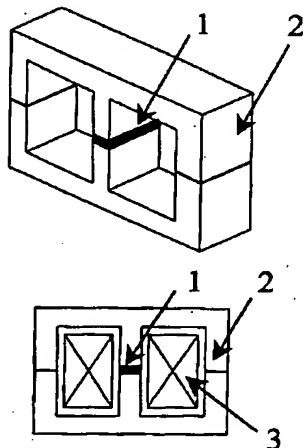
【図5】本発明の実施例2における $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 磁石 $iH_c=10\text{KOe}$ の直流重畳特性を示すグラフである。

【図6】本発明の実施例2における $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}$ 磁石 $iH_c=8.5\text{KOe}$ の直流重畳特性を示すグラフである。

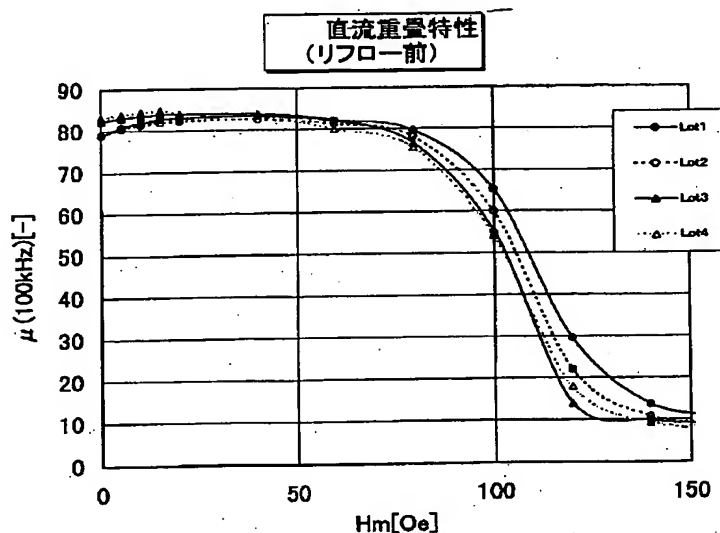
【符号の説明】

- 1 永久磁石
- 2 EEコア
- 3 巻線

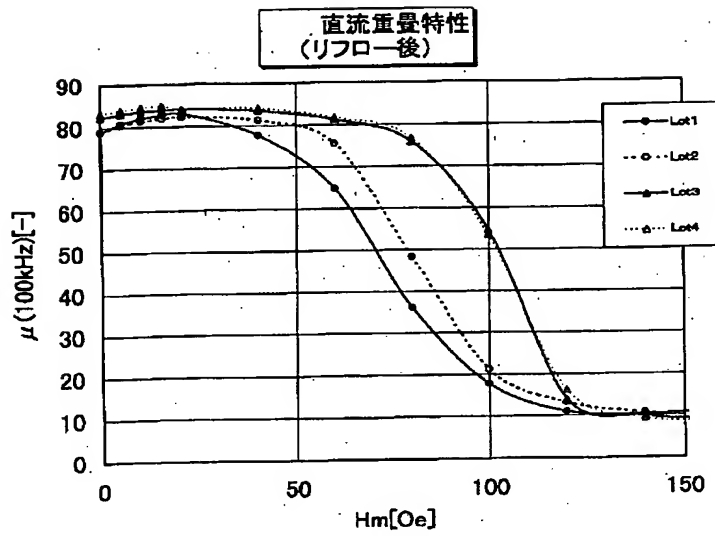
【図1】



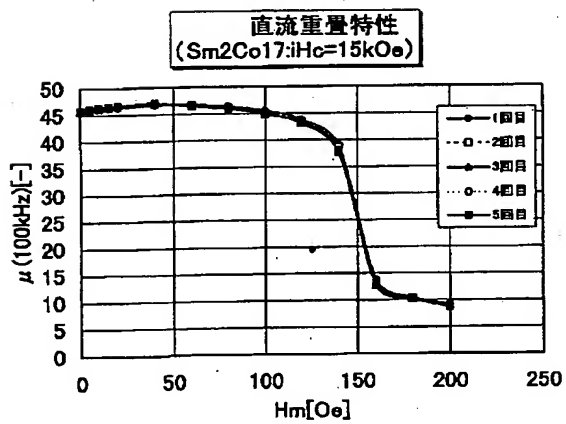
【図2】



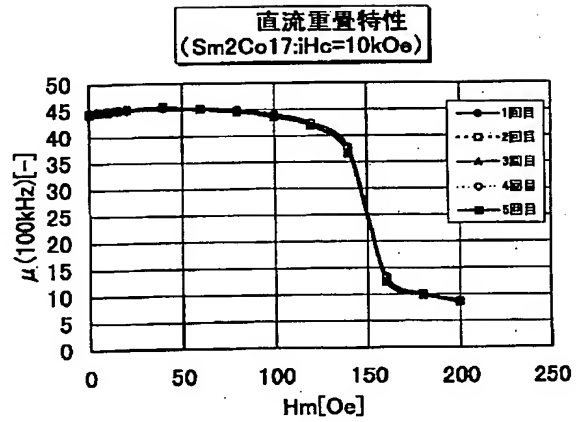
【図3】



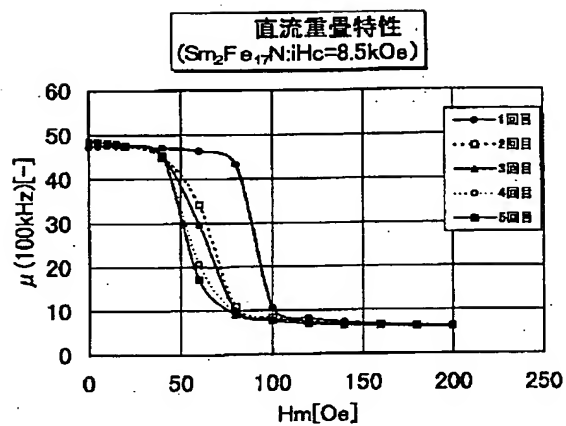
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 政義
宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号
株式会社トーキン内

(72)発明者 磯谷 桂太
宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号
株式会社トーキン内

(72)発明者 安保 多美子
宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号
株式会社トーキン内

(72)発明者 伊藤 透
宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号
株式会社トーキン内

Fターム(参考) 5E070 AA01 AB04 BB05